

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 6 月 24 日 (24.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/053951 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/027, G03F 7/20
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015408
- (22) 国際出願日: 2003 年 12 月 2 日 (02.12.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-357959 2002 年 12 月 10 日 (10.12.2002) JP
特願 2003-169903 2003 年 6 月 13 日 (13.06.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 馬込 伸

貴 (MAGOME, Nobutaka) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 根井 正洋 (NEI, Masahiro) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 蛭川 茂 (HIRUKAWA, Shigeru) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 小林 直行 (KOBAYASHI, Naoyuki) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 大和 壮一 (OWA, Soichi) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

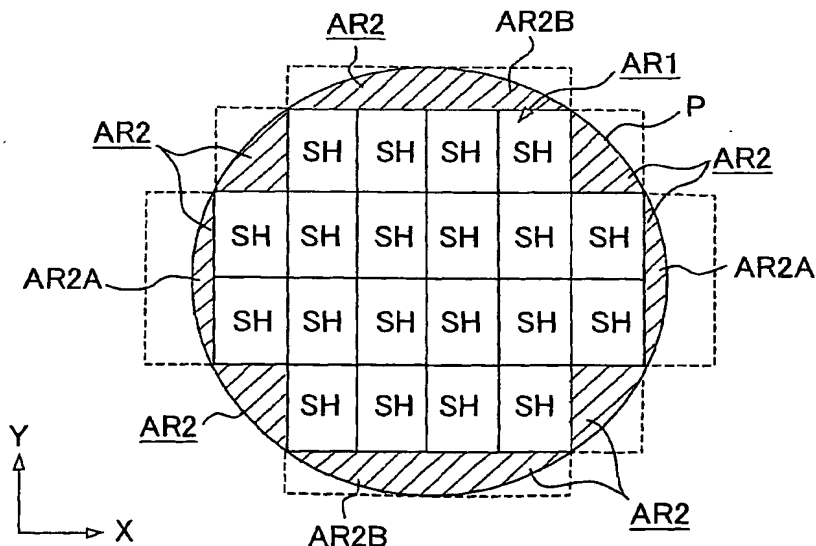
(74) 代理人: 川北 喜十郎 (KAWAKITA, Kijuro); 〒160-0022 東京都新宿区新宿五丁目 1 番 15 号 新宿 MMビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,

(続葉有)

(54) Title: EXPOSURE METHOD, EXPOSURE APPARATUS AND METHOD FOR MANUFACTURING DEVICE

(54) 発明の名称: 露光方法及び露光装置並びにデバイス製造方法



(57) Abstract: When a substrate (P) is exposed to light through a projection optical system, a liquid (50) is supplied between the projection optical system and the substrate (P). Accordingly, a pattern forming area (AR1) of the substrate (P) is exposed to light through a projection optical system (PL) and the liquid, and an edge area (AR2) of the substrate (P) is exposed to light through a projection optical system (PL2) but not through the liquid. Exposure with a large depth of focus can be realized while preventing the liquid from flowing out of the substrate.

(続葉有)

WO 2004/053951 A1



HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 投影光学系を介して基板 P を露光する際、投影光学系と基板 P との間に液体 50 を供給し、基板 P 上のパターン形成領域 AR1 を投影光学系 PL と液体とを介して露光し、基板 P 上のエッジ領域 AR2 を、液体を介さず、投影光学系 PL2 を介して露光する。基板の外側への液体の流出を抑えつつ、焦点深度の広い露光を実現することができる。

明細書

露光方法及び露光装置並びにデバイス製造方法

技術分野

本発明は、投影光学系の像面側を局所的に液体で満たした状態で投影光学系を介して基板にパターンを露光する露光方法、及びこの露光方法を用いるデバイス製造方法に関するものである。

背景技術

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数が多いほど高くなる。そのため、露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度 δ はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots \quad (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots \quad (2)$$

ここで、 λ は露光波長、NAは投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長 λ を短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度 δ が狭くなることが分かる。

焦点深度 δ が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のマージンが不足する恐れがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば国際公開第99/49504号公報に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中での露光光の波長が、空気中の $1/n$ (n は液体の屈折率で通常1.2～1.6程度)になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 n 倍に拡大するというものである。

ところで、上記従来技術には以下に述べる問題が存在する。上記従来技術は、投影光学系の像面側である下面と基板（ウエハ）との間を局所的に液体で満たす構成であり、基板の中央付近のショット領域を露光する場合には液体の基板の外側への流出は生じない。しかしながら、例えば、図15に示す模式図のように、基板Pの周辺領域（エッジ領域）Eを投影光学系の投影領域100に移動して、この基板Pのエッジ領域Eを露光しようとする、液体は基板Pの外側へ流出してしまう。この流出した液体を放置しておくと、基板Pがおかれている環境（湿度など）の変動をもたらし、基板を保持する基板ステージの位置情報を計測する干渉計の光路上や各種光学的検出装置の検出光の光路上の屈折率の変化を引き起こすなど所望のパターン転写精度を得られなくなるおそれが生じる。更に、流出した液体により基板Pを支持する基板ステージ周辺の機械部品などに錆びを生じさせるなどの不都合も生じる。

発明の開示

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、投影光学系と基板との間に液体を満たした状態で基板を液浸露光処理する場合においても、基板の外側への液体の流出を防止できる露光方法、及び基板を液浸露光処理する場合にもその基板のエッジ領域にパターン転写できる露光方法、及びこれらの露光方法を用いるデバイス製造方法並びにそれらの露光方法を実行する露光装置を提供することを目的

とする。

本発明の第1の態様に従えば、投影光学系（PL）により所定パターンの像を基板（P）上に転写することで基板（P）を露光する露光方法であって、投影光学系（PL）と基板（P）との間に液体（50）を供給し、基板（P）上の第1領域（AR1）を液体（50）を介して露光し、第1領域（AR1）とは異なる基板（P）上の第2領域（AR2）を、液体（50）を供給せずに露光する露光方法が提供される。また、本発明の第2の態様に従えば、投影光学系（PL）を用いて、第1領域（AR1）及び第2領域（AR2）を有する基板（P）を露光する方法であって、投影光学系（PL）と基板（P）との間に液体（50）を供給し、液体（50）を介して基板（P）を露光し、第1領域（AR1）を露光する露光条件と、第2領域（AR2）を露光する露光条件とが異なる前記露光方法が提供される。

本発明によれば、例えば基板中央付近のパターン形成領域を第1領域とし基板のエッジ付近領域を第2領域とした場合、第2領域を液体なしに投影光学系を介して露光することで、液体の基板の外側への流出を抑えることができる。そして、第1、第2領域のそれぞれを異なる露光条件で露光することで、第2領域に対しても良好にパターン転写できる。したがって、基板の置かれている環境の変動が抑えられるとともに、基板を支持する基板ステージ周辺の機械部品に錆びなどが発生するといった不都合の発生も抑えられる。しかも後工程であるCMP（化学的機械的研磨）処理においてCMP装置の研磨面に対して基板が片当たりして良好に研磨できないという不都合の発生を抑えることができるので、高いパターン精度を有するデバイスを製造することができる。

本発明の露光方法において、前記第1領域を露光するときよりも、前記第2領域を露光するときの前記投影光学系の開口数を小さくすることが好ましい。また、前記第2領域は二光束干渉法により露光されることが好ましい。さらに、前記第2領域には、ラインパターンが所定ピッチで形成されたライン・アンド・スペースパターンの像を投影することが好ましい。

また、本発明の露光方法では、前記第1領域の露光に使われる第1パターンは、前記第2領域の露光に使われる第2パターンと異なることが好ましい。また、前記第1領域は前記第1パターンと前記基板とを移動しながら露光し、前記第2領域は前記第2パターンと前記基板とを静止した状態で露光することが好ましい。前記第1領域は、前記第1パターンと前記基板とを移動しながら露光し、前記第2領域は、前記第2パターンを静止した状態で、前記基板を移動しながら露光してもよい。

また、本発明の露光方法では、前記第1パターンと前記第2パターンとは同一マスク上に形成されていることが好ましい。前記第1パターンはマスク上に形成され、前記第2パターンは前記マスクを保持するマスクステージ上に、前記マスクとは離れた位置に固定された基材に形成されていてもよい。

本発明の露光方法では、前記第1領域を露光するときと前記第2領域を露光するときとで、前記投影光学系と前記基板との間隔が異なることが好ましい。また、前記第1領域を露光するときと前記第2領域を露光するときとで、前記投影光学系と前記基板との間隔がほぼ同じになるように、前記投影光学系を介して形成される像面の位置調整を行ってもよい。さらに、本発明では、前記第2領域の露光が完了した後に、前記第1領域の露光を行うことが好ましい。

本発明の第3の態様に従えば、投影光学系（PL）を用いて、第1領域（AR1）及び第2領域（AR2）を有する基板（P）を露光する方法であって、投影光学系（PL）と基板（P）との間に液体（50）を供給することと、液体（50）を介して基板（P）を露光することを含み、基板（P）上のエッジ部（AR2）を除く領域のみが露光される露光方法提供される。

基板Pのエッジ部を露光する必要のない条件の下では、基板のエッジを投影光学系と基板との間の液浸領域にまで移動する必要がない。例えば、基板Pに対してCMP処理を行わないプロセス条件であればエッジ部にパターンを形成しなくてもよ

い。従って、エッジ部を露光する必要がないので、基板のエッジを投影光学系と基板との間の液浸領域にまで移動する必要がない。それゆえ、基板の外側への液体の流出を防ぐことができる。

本発明では、上記態様の露光方法を用いることを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

本発明の第4の態様に従えば、基板(P)上の複数の領域(AR1、AR2)を露光する露光装置において、基板(P)上の第1領域(AR1)に露光光(EL)を照射する第1光学系(IL、PL)と、第1領域(AR1)とは異なる基板(P)上の第2領域(AR2)に露光光(EL2)を照射する第2光学系(IL2、PL2)とを備える露光装置(EX)が提供される。

本発明によれば、基板上の第1、第2領域のそれぞれを容易に異なる条件で露光することが可能となる。また、第1光学系と第2光学系の配置によっては、基板上の第1、第2領域のそれぞれを第1、第2光学系で並行して露光することが可能となるので、スループットを向上できる。さらに、第1、第2領域を露光するときの目標露光精度(パターン形成精度)に応じて、第1、第2光学系を構築すればよいので、例えば第2領域に対する露光精度が比較的ラフな精度を許容されている場合、第2光学系を簡易(安価)な構成とすることができ、装置コストやランニングコストを抑えることができる。

本発明の露光装置では、前記第1領域の露光に用いられる露光光の波長は、前記第2領域の露光に用いられる露光光の波長とは異なることが好ましい。また、前記第1及び第2領域を有する基板を保持して移動可能な第1可動体と、前記第1及び第2領域を有する基板を保持して移動可能な第2可動体とを備え、前記第1光学系を用いて前記第1可動体に保持された基板上の第1領域の露光中に、前記第2光学系を用いて前記第2可動体に保持された基板上の第2領域を露光し、前記第1可動体に保持された基板上の第1領域の露光終了後に、前記第1光学系を用いて前記第

2可動体に保持された基板上の第1領域の露光を開始することが好ましい。さらに、前記第2領域は、前記基板のエッジ周辺であればよい。また、前記第2領域は二光束干渉法により露光されてもよい。

本発明の露光装置において、前記第1領域は、前記第1光学系と前記基板との間の液体を介して露光され、前記第2領域は、前記第2光学系と前記基板との間に液体なしに露光されることが好ましい。

本発明では、上記第4の態様の露光装置（EX）を用いることを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

本発明の第5の態様に従えば、基板を露光する露光装置であって、液体供給装置（1）を備え、該液体供給装置により供給された液体を介して基板が露光される第1ステーション（A）と；

液体が供給されない基板が露光される第2ステーション（B）と；を備える露光装置が提供される。この露光装置では第1ステーションで液浸露光が行われ、第2ステーションで通常の液体を使わない露光が行われるため、例えば、基板が第1及び第2領域を有し、第1領域が第1ステーションで液体を介して露光され、第2領域が第2ステーションで液体を介さずに露光され得る。それゆえ、露光条件に応じた制御を二つのステーションで別々に行うことで、用途に応じた複雑な露光制御も可能となる。また、液浸露光に伴う液体（水）処理の問題も一つのステーションで集中して処理すれば足りる。

露光装置は、さらに、第1ステーションに設けられた第1投影光学系と、第2ステーションに設けられた第2投影光学系とを備え得る。また、露光装置は、第1ステーションと第2ステーションの間を、基板を保持して交互に移動する第1及び第2可動体、例えば、移動ステージを備え得る。この場合、基板の第2領域が第2ステーションで露光された後に、該基板が第1または第2可動体により第1ステーションに移動され、第1領域に液体が供給されて第1領域が露光される。さらに、第

2ステーションでは予め基板の位置合せ計測（A F / A L 計測、アライメント計測等）を行うことができ、その基板を第1ステーションに移動し、その位置合せ計測が行われた基板を第1ステーションで液浸露光することができる。このようにツインステージの利点を液浸露光に生かしてスループットを向上することができる。第2ステーションでの基板の位置合せ計測には、可動体に設けられた基準部材を用いて基板のショット領域の位置合せ計測がされ得る。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の露光方法に用いる露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

図2は、投影光学系の先端部と液体供給装置及び液体回収装置との位置関係を示す図である。

図3は、供給ノズル及び回収ノズルの配置例を示す図である。

図4は、供給ノズル及び回収ノズルの配置例を示す図である。

図5は、本発明に係るマスクを示す平面図である。

図6は、本発明に係る基板を示す平面図である。

図7（a）及び（b）は、第2領域を露光する際の光学系の構成例を示す図である。

図8は、第2領域の露光用のパターンが形成されたガラス基材のマスクステージ上での配置を示す図である。

図9は、第2領域を露光する際の光学系の他の構成例を示す図である。

図10は、本発明の露光装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図11は、第2領域の露光用のパターンが形成されたガラス基材の一例を示す図である。

図12は、第2領域の露光用のパターンが形成されたガラス基材の他の例を示す図である。

図13は、本発明の露光装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

図14は、半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

図15は、従来の課題を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の露光方法及びデバイス製造方法について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の露光方法に用いる露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

第1実施形態

図1において、露光装置EXは、マスクMを支持するマスクステージMSTと、基板Pを支持する基板ステージPSTと、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージPSTに支持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

ここで、本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向）をX軸方向、Z軸方向及びY軸方向に垂直な方向（非走査方向）をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわり方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上にレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均

一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光 E_L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光 E_L によるマスク M 上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスク M 上の所定の照明領域は照明光学系 I_L により均一な照度分布の露光光 E_L で照明される。照明光学系 I_L から射出される露光光 E_L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（ g 線、 h 線、 i 線）及び KrF エキシマレーザ光（波長 248 nm ）等の遠紫外光（ DUV 光）や、 ArF エキシマレーザ光（波長 193 nm ）及び F_2 レーザ光（波長 157 nm ）等の真空紫外光（ VUV 光）などが用いられる。本実施形態では ArF エキシマレーザ光を用いることにする。

マスクステージ MST は、マスク M を支持するものであって、投影光学系 PL の光軸 AX に垂直な平面内、すなわち XY 平面内で 2 次元移動可能及び θZ 方向に微小回転可能である。マスクステージ MST はリニアモータ等のマスクステージ駆動装置 $MSTD$ により駆動される。マスクステージ駆動装置 $MSTD$ は制御装置 $CONT$ により制御される。マスクステージ MST 上のマスク M の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 $CONT$ に出力される。制御装置 $CONT$ はレーザ干渉計の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置 $MSTD$ を駆動することでマスクステージ MST に支持されているマスク M の位置決めを行う。

投影光学系 PL は、マスク M のパターンを所定の投影倍率 β で基板 P に投影露光するものであって、複数の光学素子（レンズ）で構成されており、これら光学素子は金属部材としての鏡筒 PK で支持されている。本実施形態において、投影光学系 PL は、投影倍率 β が例えば $1/4$ あるいは $1/5$ の縮小系である。なお、投影光学系 PL は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、本実施形態の投影光学系 PL の先端側（基板 P 側）には、光学素子（レンズ） 60 が鏡筒 PK より露出している。この光学素子 60 は鏡筒 PK に対して着脱（交換）可能に設けられている。

基板ステージ PST は、基板 P を支持するものであって、基板 P を基板ホルダを

介して保持するZステージ51と、Zステージ51を支持するXYステージ52と、XYステージ52を支持するベース53とを備えている。基板ステージPSTはリニアモータ等の基板ステージ駆動装置PSTDにより駆動される。基板ステージ駆動装置PSTDは制御装置CONTにより制御される。Zステージ51を駆動することにより、Zステージ51に保持されている基板PのZ軸方向における位置（フォーカス位置）、及び θX 、 θY 方向における位置が制御される。また、XYステージ52を駆動することにより、基板PのXY方向における位置（投影光学系PLの像面と実質的に平行な方向の位置）が制御される。すなわち、Zステージ51は、基板Pのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Pの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込み、XYステージ52は基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。なお、ZステージとXYステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

基板ステージPST（Zステージ51）上には移動鏡54が設けられている。また、移動鏡54に対向する位置にはレーザ干渉計55が設けられている。基板ステージPST上の基板Pの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計55によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはレーザ干渉計55の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置PSTDを駆動することで基板ステージPSTに支持されている基板Pの位置決めを行う。

本実施形態では、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに、焦点深度を実質的に広くするために、液浸法を適用する。そのため、少なくともマスクMのパターンの像を基板P上に転写している間は、基板Pの表面と投影光学系PLの基板P側の光学素子（レンズ）60の先端面（下面）7との間に所定の液体50が満たされる。上述したように、投影光学系PLの先端側にはレンズ60が露出しており、液体50はレンズ60のみに接触するように構成されている。これにより、金属からなる鏡筒PKの腐蝕等が防止されている。また、レンズ60の先端面7は投影光学系PLの鏡筒PK及び基板Pより十分小さく、且つ上述したように液体50はレンズ60のみに接触するように構成されているため、液体50は投影光学系

P Lの像面側に局所的に満たされている構成となっている。すなわち、投影光学系 P Lと基板 P との間の液浸部分は基板 P より十分に小さい。本実施形態において、液体 5 0には純水が用いられる。純水は、A r F レーザ光のみならず、露光光 E L を例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び K r F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）とした場合、この露光光 E L を透過可能である。

露光装置 E X は、投影光学系 P L の先端面（レンズ 6 0 の先端面）7 と基板 P との間の空間 5 6 に所定の液体 5 0 を供給する液体供給装置 1 と、空間 5 6 の液体 5 0 を回収する液体回収装置 2 とを備えている。液体供給装置 1 は、投影光学系 P L の像面側を局所的に液体 5 0 で満たすためのものであって、液体 5 0 を収容するタンク、加圧ポンプ、及び空間 5 6 に供給する液体 5 0 の温度を調整する温度調整装置などを備えている。液体供給装置 1 には供給管 3 の一端部が接続され、供給管 3 の他端部には供給ノズル 4 が接続されている。液体供給装置 1 は供給管 3 及び供給ノズル 4 を介して空間 5 6 に液体 5 0 を供給する。

液体回収装置 2 は、吸引ポンプ、回収した液体 5 0 を収容するタンクなどを備えている。液体回収装置 2 には回収管 6 の一端部が接続され、回収管 6 の他端部には回収ノズル 5 が接続されている。液体回収装置 2 は回収ノズル 5 及び回収管 6 を介して空間 5 6 の液体 5 0 を回収する。空間 5 6 に液体 5 0 を満たす際、制御装置 C O N T は液体供給装置 1 を駆動し、供給管 3 及び供給ノズル 4 を介して空間 5 6 に対して単位時間当たり所定量の液体 5 0 を供給するとともに、液体回収装置 2 を駆動し、回収ノズル 5 及び回収管 6 を介して単位時間当たり所定量の液体 5 0 を空間 5 6 より回収する。これにより投影光学系 P L の先端面 7 と基板 P との間の空間 5 6 に液体 5 0 が配置され、液浸部分が形成される。ここで、制御装置 C O N T は、液体供給装置 1 を制御することで空間 5 6 に対する単位時間当たりの液体供給量を任意に設定可能であるとともに、液体回収装置 2 を制御することで基板 P 上からの単位時間当たりの液体回収量を任意に設定可能である。

図2は、露光装置EXの投影光学系PLの下部、液体供給装置1、及び液体回収装置2などを示す正面図である。図2において、投影光学系PLの最下端のレンズ60は、先端部60Aが走査方向に必要な部分だけを残してY軸方向（非走査方向）に細長い矩形状に形成されている。走査露光時には、先端部60Aの直下の矩形の投影領域にマスクMの一部のパターン像が投影され、投影光学系PLに対して、マスクMが-X方向（又は+X方向）に速度Vで移動するのに同期して、XYステージ52を介して基板Pが+X方向（又は-X方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ β は投影倍率）で移動する。そして、1つのショット領域への露光終了後に、基板Pのステッピングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域に対する露光処理が順次行われる。本実施形態では、基板Pの移動方向に沿って基板Pの移動方向と同一方向に液体50を流すように設定されている。

Zステージ51には基板Pを吸着保持するための吸着孔24が設けられている。そして、吸着孔24のそれぞれは、Zステージ51内部に形成された流路25に接続している。吸着孔24に接続されている流路25は、Zステージ51外部に設けられている管路30の一端部に接続されている。一方、管路30の他端部は、Zステージ51外部に設けられたタンク31及びバルブ32を介して吸引装置であるポンプ33に接続されている。タンク31には排出流路31Aが設けられており、液体が所定量溜まったら排出流路31Aより排出されるようになっている。液浸露光する際、基板Pの外側に流出した液体50が基板Pの裏面側に達する場合も考えられる。そして、基板Pの裏面側に入り込んだ液体50が基板Pを吸着保持するための吸着孔24に流入する可能性もある。この場合、吸着孔24は、流路25、管路30、及びタンク31を介して吸引装置としてのポンプ33に接続されており、基板Pを吸着保持するために、バルブ32の開放及びポンプ33の駆動を行っているので、吸着孔24に流入した液体50を流路25及び管路30を介してタンク31に集めることができる。

図3は、投影光学系PLのレンズ60の先端部60Aと、液体50をX軸方向に

供給する供給ノズル 4 (4 A~4 C) と、液体 5 0 を回収する回収ノズル 5 (5 A、5 B) との位置関係を示す図である。図 3 において、レンズ 6 0 の先端部 6 0 A の形状は Y 軸方向に細長い矩形状となっており、投影光学系 PL のレンズ 6 0 の先端部 6 0 A を X 軸方向に挟むように、+X 方向側に 3 つの供給ノズル 4 A~4 C が配置され、-X 方向側に 2 つの回収ノズル 5 A、5 B が配置されている。そして、供給ノズル 4 A~4 C は供給管 3 を介して液体供給装置 1 に接続され、回収ノズル 5 A、5 B は回収管 4 を介して液体回収装置 2 に接続されている。また、供給ノズル 4 A~4 C と回収ノズル 5 A、5 B とを先端部 6 0 A の中心に対してほぼ 180° 回転した位置に、供給ノズル 8 A~8 C と、回収ノズル 9 A、9 B とが配置されている。ここで、ノズル列 4 A~4 C、9 A 及び 9 B とノズル列 8 A~8 C、5 A 及び 5 B は対向して配置されており、対向する供給ノズルと回収ノズルの間隔 (例えば 4 A と 8 A の間隔) はレンズ 6 0 の先端部 6 0 A の下に区画される投影領域の走査方向の幅よりも広いが、基板 P の直径よりも小さい。したがって、基板 P の外周に近いショット領域を露光するときに、液浸領域が基板 P のエッジより外にはみ出して、液が基板 P の外側に漏れないようにするために、対向する供給ノズルと回収ノズルの間隔は極力投影領域の走査方向の幅に近づけられていることが望ましい。供給ノズル 4 A~4 C と回収ノズル 9 A、9 B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 8 A~8 C と回収ノズル 5 A、5 B とは Y 軸方向に交互に配列され、供給ノズル 8 A~8 C は供給管 1 0 を介して液体供給装置 1 に接続され、回収ノズル 9 A、9 B は回収管 1 1 を介して液体回収装置 2 に接続されている。ノズルからの液体供給は、投影光学系 PL と基板 P との間に気体部分が生じないように行われる。

図 4 に示すように、先端部 6 0 A を挟んで Y 軸方向両側のそれぞれに供給ノズル 1 3、1 4 及び回収ノズル 1 5、1 6 を設けることもできる。この供給ノズル及び回収ノズルにより、ステップ移動する際の基板 P の非走査方向 (Y 軸方向) への移動時においても、投影光学系 PL と基板 P との間に液体 5 0 を安定して供給することができる。

なお、上述したノズルの形状は特に限定されるものでなく、例えば先端部60Aの長辺について2対のノズルで液体50の供給又は回収を行うようにしてもよい。なお、この場合には、+X方向、又は-X方向のどちらの方向からも液体50の供給及び回収を行うことができるようにするため、供給ノズルと回収ノズルと上下に並べて配置してもよい。

図5は本実施形態に係るマスクMの平面図である。図5において、マスクMはデバイスを形成するためのデバイスパターン（第1パターン）41が形成された第1パターン形成領域MA1と、ラインパターンが所定ピッチで形成されたライン・アンド・スペースパターン（第2パターン）42が形成された第2パターン形成領域MA2とを有している。デバイスパターン41は、後述する基板P上の第1領域AR1に転写され、ライン・アンド・スペースパターン（L/Sパターン）42は、第1領域AR1とは異なる基板P上の第2領域AR2に転写されるようになっている。

図6は基板Pの平面図である。略円形状の基板Pのうち中央付近に設定されたパターン形成領域である第1領域AR1にマスクMに形成されているデバイスパターン41が転写され、基板Pのエッジ付近の領域である第2領域AR2にマスクMに形成されているL/Sパターン42が転写されるようになっている。また、第1領域AR1には複数のショット領域SHが設定されている。なお、第1領域AR1と第2領域AR2との境界は図6に限らず、各ショット領域を走査露光る前後の加速距離や減速距離、あるいは液浸領域の範囲などに応じて決めればよい。

次に、上述した露光装置EXを用いてマスクMのパターンを基板Pに露光する手順について説明する。

マスクMがマスクステージMSTにロードされるとともに、基板Pが基板ステージPSTにロードされたら、制御装置CONTは液体供給装置1及び液体回収装置2を駆動し、液体50の供給及び回収をすることで空間56に液体50の液浸部分

を形成する。そして、制御装置CONTは、マスクMと基板Pとを同期移動しながら、照明光学系ILによりマスクMの第1パターン形成領域M1を露光光ELで照明し、デバイスパターン41の像を投影光学系PL及び液体50を介して基板P上の第1領域AR1の各ショット領域SHに順次投影する。ここで、基板Pの中央付近の第1領域AR1を露光している間は、液体供給装置1から供給された液体50は液体回収装置2により回収され、投影光学系PLと基板Pとの間の液浸領域が基板Pのエッジにかからないので基板Pの外側に流出しない。

次に、制御装置CONTは、マスクMのデバイスパターン41と異なる位置に設けられたL/Sパターン42を基板Pの第2領域AR2を露光するためにマスクステージMST及び基板ステージPSTを駆動してマスクM及び基板Pを所定の位置に位置決めする。この位置決め動作の前あるいは後に、制御装置CONTは液体供給装置1及び液体回収装置2による液体50の供給及び回収動作を停止する。すなわち、制御装置CONTは、第2領域AR2を、液体50なしに、投影光学系PLを介して露光する準備をする。

ここで、制御装置CONTは、第2領域AR2を露光処理する際のマスクMに対する露光光ELの照明条件（露光条件）を、第1領域AR1を露光処理したときの条件と異なる条件に設定する。例えば、照明光学系ILの絞りを変更し、マスクMに対する照明条件を通常照明から斜入射照明（変形照明）に変更する。そして、制御装置CONTは、マスクMのL/Sパターン42を露光光ELで斜入射照明し、L/Sパターン42で回折した複数の回折光のうち2つの回折光を用いて基板Pを露光する。

図7は第2領域AR2を露光するときの光学系の一例を示す図である。図7(a)において、照明光学系ILの光源70の光路下流に、光軸に対してずれた位置に1つの開口を有する一極照明絞り71が配置される。光源70から射出した光束は一極照明絞り71の開口を通過後、レンズ系73を通過してマスクMのL/Sパターン42に斜め入射する。マスクMのL/Sパターン42で回折した0次光及

び±1次光のうち、0次光及び+1次光（あるいは−1次光）のみが投影光学系PLに入射する。基板Pの第2領域AR2は0次光及び+1次光（−1次光）に基づく二光束干渉法によりL/Sパターン42を露光される。あるいは、図7（b）に示すように、光軸に対してずれた位置に2つの開口を有する二極照明絞り72を用いて露光することもできる。あるいは4つの開口を有する四重極照明絞りを用いてもよい。また、照明条件の変更は、絞りの変更のみならず、ズーム光学系や回折光学素子などを併用して変更するようにしてもよい。

二光束干渉法で露光することで、焦点深度が大きくなる。すなわち、二光束干渉法に基づく露光条件はデフォーカスに耐性のある露光条件であって、基板P上の第2領域AR2はデフォーカスに耐性のある露光条件で露光されたことになる。更にこのとき、投影光学系PLの開口数を小さくすることで不要な次数の回折光をカットして焦点深度を低下させないようにするのが望ましい。

本実施形態における露光装置EXの投影光学系PLは液体50を介することで最適な結像特性が得られるように設計されるので、例えば、通常照明（円形の絞り）のまま液体を介さない露光を行おうとするとフォーカス位置（投影光学系PLを介して形成される像面の位置）が大きくずれ、基板P上にパターンの像を結像させることができない可能性がある。しかしながら、液体を介さない露光処理をする際、露光条件を二光束干渉法に基づく露光条件に変更し、デフォーカスに耐性のある露光条件としたので、基板Pの表面を、液体を介さない投影光学系PLの焦点深度内に納めることができる。

なお、第1領域AR1を斜入射照明などのデフォーカスに耐性のある露光条件で露光する場合もあるので、その場合は単に、液体ありの露光条件から液体なしの露光条件に変更して第2領域AR2を露光してもよい。

L/Sパターン42を基板Pの第2領域AR2に露光する際、第1領域AR1に対する露光処理同様、マスクM（L/Sパターン42）と基板Pとを同期移動しつ

つ露光してもよいし、マスクMと基板Pとを静止した状態で露光しても良いし、マスクMを静止した状態で基板Pを移動しながら露光してもよい。例えば、図6において、第2領域AR2のうち走査方向に短い領域AR2Aに対しては、マスクMと基板Pとを静止した状態で露光できる。また、走査方向に長い領域AR2Bを、マスクMを静止した状態で基板Pを移動しながら露光する際には、投影されるパターン像は基板Pの移動方向（走査方向）に連続的にぶれることがある。この場合、パターン像がぶれても領域AR2Bにパターンを良好に転写するために、マスクMのL/Sパターン42のラインパターンの長手方向と前記基板Pの移動方向とを一致させておくことが望ましい。また、第2領域AR2を露光するときは、投影光学系PLの開口数を小さくすることが好ましい。これにより、不要な次数の回折光が投影光学系PLに入射しても、パターン像のコントラスト低下や焦点深度低下を回避することができる。

以上説明したように、投影光学系PLの下（像面側）に液体を保持することが困難な基板Pのエッジ領域AR2に対しては、液体を介さないで露光するようにしたので、液体の基板外側への流出を防ぐことができる。この場合、投影光学系PLの光学特性は液浸露光に最適化されているため、液体を介さない場合は所望の結像位置を得られないが、液体を介さない場合には二光束干渉法を用いて焦点深度を大きくすることで、液体を介さなくても基板P上にL/Sパターン42を形成することができる。そして、基板P上においてデバイスパターン41が形成される第1領域AR1以外の第2領域AR2にダミーパターンであるL/Sパターン42を形成したことにより、後工程であるCMP処理において、CMP装置の研磨面に対して基板Pが片当たりするといった不都合の発生を回避することができる。

なお、上記実施形態では、第2領域AR2を液体なしに露光していたが、基板Pの周囲に、基板Pの外側に流出した液体を回収する回収装置を設けておき、第2領域AR2を露光処理する際にも投影光学系PLの下に液体を配置した状態で、あるいは液体の供給を続けながら、二光束干渉法に基づいて露光してもよい。この場合、基板Pの外側へ液体が流出するため、投影光学系PLと基板Pとの間が不十分な液

浸状態となる可能性があるが、二光束干渉法などのデフォーカスに耐性のある露光条件で第2領域AR2を露光するので、第2領域AR2にL/Sパターンなどを形成できる。

なお、上記実施形態では第1領域AR1と第2領域AR2とをショット領域で区別したが、1つのショット領域内に第1領域AR1と第2領域AR2とを設定してもよい。例えば、1つのショット領域内に2つのチップ領域が存在する場合、基板Pの中心に近い一方のチップ領域だけを第1領域AR1として液浸露光を行い、他方のチップ領域を第2領域AR2として、デフォーカスに耐性のある方式で露光を行ったり、露光しないなどの処理を施してもよい。この場合、第1領域AR1と第2領域AR2とは走査方向に並んでいてもよいし、非走査方向に離れていてもよい。

また、上記実施形態では、第1領域AR1を露光した後に、第2領域AR2を露光するようにしているが、第2領域AR2の露光を第1領域AR1の前に行ってもよい。第2領域AR2の露光が完了した後に、第1領域AR1の露光を行うことにより、高いパターン形成精度が要求される第1領域AR1のデバイスパターン41の形成精度を更に向上することができる。つまり、露光光照射後のフォトレジストは外気（空気）に曝されることで劣化を開始するが、第2領域AR2を露光した後に第1領域AR1を露光することで、第1領域AR1が露光されてから現像処理されるまでの時間を短くすることができ、フォトレジストの劣化が促進される前にデバイスパターン41が露光された第1領域AR1を現像できる。したがって、所望のパターン形成精度でデバイスパターン41を形成できる。

また、上記実施形態では、マスクM上にデバイスパターン41とは別にL/Sパターン42を設けているが、デバイスパターン41の一部のパターンを使って第2領域AR2を露光するようにしてもよいし、第2領域AR2の露光に使われるパターンを別のマスクに設けてもよい。

または、図8に示すように、L/Sパターン42が形成されたガラス基材MFを

マスクステージMST上にマスクMに並置されるように固定し、そのガラス基材MFに形成されたL/Sパターン42の像をマスクステージMSTの不図示の開口部を介して基板P上の第2領域AR2に投影して第2領域AR2を露光するようにしてもよい。この場合には、第2領域AR2の露光のためにマスク交換作業を行う必要がないのでスループットの低下を防止できるばかりでなく、マスクM上に第2領域AR2を露光するためのL/Sパターン42を設ける必要がないという利点もある。

また、第2領域AR2を露光するときに使われるパターンはL/Sパターンに限らず、その微細度もデバイスパターン41と同程度であってもよいし、デバイスパターン41よりも粗いパターンであってもよい。要は、後工程のCMP処理を行うのに問題のない程度のパターンが形成されればよい。

また、上記実施形態においては、第2領域AR2を露光するときにパターンに照明光を照射し、そのパターンの像を第2領域AR2に投影するようにしているが、パターンは必ずしも必要ない。すなわち、可干渉性の2光束を交差させ、その2光束の干渉によって干渉縞を形成し、その干渉縞を第2領域AR2上に投影して、第2領域AR2に干渉縞パターンを形成するようにしてもよい。

図9は第2領域AR2を露光するときの光学系の他の例を示す図である。図9において、レーザ光等の可干渉性光を射出可能な光源80の光路下流に、コリメータレンズを含む第1レンズ系81と、第1レンズ系81を通過した光束を2光束に分岐するハーフミラー82と、第2レンズ系83と、開口絞り85とが設けられている。光源80から射出した光束は第1レンズ系81を通過後、ハーフミラー82で2つの光束に分岐され、この2つの光束は第2レンズ系83を介して投影光学系PLに入射する。基板Pの第2領域AR2には2つの光束に基づく二光束干渉法により干渉縞パターンが形成される。このように、パターン(マスクM)を使わずに、第2領域AR2を露光することも可能である。なお光源80としては、照明光学系ILの光源を使ってもよいし、照明光学系ILとは別の光源でもよい。また、ハー

フミラー 82 を傾斜方向に移動可能に設け、破線 82' に示すようにハーフミラー 82 を傾けて 2 つの光束の向きをかえることで、干渉縞ピッチをかえることができる。また、2 つのスリット状開口部を有するスリット部材を光路上に配置し、各スリット状開口部を通過した 2 光束により干渉縞パターンを形成してもよい。

また、上記実施形態においては、二光束干渉法などのデフォーカスに耐性のある露光条件で第 2 領域 AR2 を露光しているが、第 2 領域 AR2 を露光するときに、液体 50 の流出に起因する像面のずれを考慮して、Z ステージ 51 の Z 軸方向の位置を調整するようにしてもよい。すなわち、第 1 領域 AR1 を露光するときの投影光学系 PL と基板 P との間隔とは異なる間隔で第 2 領域 AR2 を露光するようにしてもよい。また Z ステージ 51 の Z 軸方向の位置を調整するかわりに、投影光学系 PL を介して形成される像面の位置を調整するようにしてもよい。すなわち、投影光学系 PL と基板 P との間の液体が十分でない場合にも第 1 領域 AR1 を露光するときとほぼ同じ Z 軸方向の位置に像面が形成されるように像面位置の調整を行ってもよい。この像面位置の調整は、投影光学系 PL の調整、例えば一部のレンズを動かして球面収差を変化させるなどを実行することによって達成される。また露光光 EL の波長調整やマスク M を動かすことによっても像面位置の調整を行うことができる。Z ステージ 51 の位置調整と像面位置の調整とを併用してもよいことは言うまでもない。

また、上記実施形態のように照明条件を変えずに、第 1 領域 AR1 を露光するときの投影光学系 PL の開口数を、第 2 領域 AR2 を露光するときよりも小さくするだけでもよい。

また、第 2 領域 AR2 に形成されるラインパターンの幅やラインパターンとラインパターンとの間のスペースの幅を露光量で調整するようにしてもよい。

なお、上記実施形態では、エッジ領域である第 2 領域 AR2 に対してもパターン形成をすることで CMP 処理等の後工程を安定化しているが、CMP 処理を行わな

いプロセス条件の下では、液浸法に基づく露光処理の際、エッジ領域AR2を露光しない構成とすることができる。これにより、液体の基板外側への流出を防ぐことができる。

なお、本実施形態の露光装置EXは所謂スキャニングステッパである。したがって、矢印Xa（図3参照）で示す走査方向（-X方向）に基板Pを移動させて走査露光を行う場合には、供給管3、供給ノズル4A～4C、回収管4、及び回収ノズル5A、5Bを用いて、液体供給装置1及び液体回収装置2により液体50の供給及び回収が行われる。すなわち、基板Pが-X方向に移動する際には、供給管3及び供給ノズル4（4A～4C）を介して液体供給装置1から液体50が投影光学系PLと基板Pとの間に供給されるとともに、回収ノズル5（5A、5B）、及び回収管6を介して液体50が液体回収装置2に回収され、レンズ60と基板Pとの間を満たすように-X方向に液体50が流れる。一方、矢印Xbで示す走査方向（+X方向）に基板Pを移動させて走査露光を行う場合には、供給管10、供給ノズル8A～8C、回収管11、及び回収ノズル9A、9Bを用いて、液体供給装置1及び液体回収装置2により液体50の供給及び回収が行われる。すなわち、基板Pが+X方向に移動する際には、供給管10及び供給ノズル8（8A～8C）を介して液体供給装置1から液体50が投影光学系PLと基板Pとの間に供給されるとともに、回収ノズル9（9A、9B）、及び回収管11を介して液体50が液体回収装置2に回収され、レンズ60と基板Pとの間を満たすように+X方向に液体50が流れる。このように、制御装置CONTは、液体供給装置1及び液体回収装置2を用いて、基板Pの移動方向に沿って液体50を流す。この場合、例えば液体供給装置1から供給ノズル4を介して供給される液体50は基板Pの-X方向への移動に伴って空間56に引き込まれるようにして流れるので、液体供給装置1の供給エネルギーが小さくても液体50を空間56に容易に供給できる。そして、走査方向に応じて液体50を流す方向を切り替えることにより、+X方向、又は-X方向のどちらの方向に基板Pを走査する場合にも、レンズ60の先端面7と基板Pとの間を液体50で満たすことができ、高い解像度及び広い焦点深度を得ることができる。

第2実施形態

次に、本発明の他の実施形態について説明する。ここで、以下の説明において上述した実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

図10は、基板Pを保持するステージを2つ搭載したツインステージ型露光装置の概略構成図である。図10において、ツインステージ型露光装置は、基板Pを保持した状態で、共通のベース91上を各々独立に移動可能な第1基板ステージ（第1可動体）PST1及び第2基板ステージ（第2可動体）PST2を備えている。また、ツインステージ型露光装置は露光ステーションA（液浸露光ステーション）と計測ステーションB（ノーマル露光ステーション）とを有しており、露光ステーションAには図1を参照して説明したシステムが搭載されており、投影光学系（第1光学系）PLと基板Pとの間に満たされる液体50及び投影光学系PLを介して基板Pの第1領域AR1に露光光ELが照射される。なお簡単のため、図10には液体供給装置や液体回収装置等は図示されていない。また、露光ステーションAのマスクステージMSTの近傍には、マスクMと投影光学系PLとを介して第1、第2基板ステージPST1、PST2上の基準部材94、94'に設けられた基準マークMFMを検出するマスクアライメント系89が設けられている。更に、露光ステーションAには、基板Pの表面の面情報（Z軸方向における位置情報及び傾斜情報）を検出するフォーカス・レベリング検出系84が設けられている。フォーカス・レベリング検出系84は、検出光を基板P表面に投射する投射系84Aとその基板Pからの反射光を受光する受光系84Bとを備えている。

一方、計測ステーションBは、基板ステージPST2（PST1）に支持された基板Pと共役な位置に設けられ、L/Sパターンを含む複数のパターンが形成されたガラス基材95と、ガラス基材95のパターンに露光光EL2を照明する第2照明光学系（第2光学系）IL2と、露光光EL2で照明されたガラス基材95のパターンを基板ステージPST2（PST1）上の基板Pに投影する第2投影光学系（第2光学系）PL2と、基板P上のアライメントマークあるいは第1、第2基板

ステージPST1、PST2上の基準部材94、94'に設けられた基準マークPFMを検出する基板アライメント系92と、投射系93A及び受光系93Bを有するフォーカス・レベリング検出系93とを備えている。計測ステーションBでは、第2投影光学系PL2を介して、この第2投影光学系PL2と基板Pとの間に液体なしで、基板Pの第2領域AR2に露光光EL2を照射する。

ここで、露光ステーションAにおける露光光ELの光源と、計測ステーションBにおける露光光EL2の光源とは互いに異なっており、計測ステーションBにおいて第2領域AR2の露光に用いられる露光光EL2の波長は、露光ステーションAにおいて第1領域AR1の露光に用いられる露光光ELの波長と異なる。

図11は、ガラス基材95の平面図である。図11に示すように、ガラス基材95は円板であって、複数のパターンを有している。図11に示す例では、第1の方向(Y軸方向)に延在するラインパターンを有するL/Sパターン96と、多数のドットを有するドットパターン97と、前記第1の方向と直交する第2の方向(X軸方向)に延在するラインパターンを有するL/Sパターン98と、矩形形状の遮光パターンが千鳥状(チェスボード状)に設けられたブロックパターン99とが、ガラス基材95の周方向にほぼ等間隔で設けられている。なお、パターン形状としては図11に示されるものに限定されない。また、ガラス基材95は軸部95Aを中心にθZ方向に回転可能となっている。そして、ガラス基材95が回転することで、複数のパターン96～99のうちの1つのパターンが露光光EL2の光路上に配置されるようになっている。図11に示す例では、L/Sパターン96が露光光EL2の光路上に配置されている。

なお、ガラス基材95としては円板状に限らず、図12に示すように、平面視矩形形状の板部材であってもよい。そして、この矩形形状のガラス基材95'上に、所定方向に並んだ複数のパターン96～99が形成されている。このガラス基材95'は前記所定方向に並進移動可能となっており、所定方向に移動することで、ガラス基材95'上の複数のパターン96～99のうち1つのパターンが露光光EL2の

光路上に配置されるようになっている。

図10に示すように、第1、第2基板ステージPST1、PST2上のそれぞれに設けられた基準部材94、94'には、基板アライメント系92により検出される基準マークPFMと、マスクアライメント系89により検出される基準マークMFMとが所定の位置関係で設けられている。また、基準部材94、94'の表面はほぼ平坦となっており、フォーカス・レベリング検出系の基準面としての役割も果たす。更に、基準部材94、94'の表面は基板Pの表面とほぼ同じ高さに設定されている。

なお、上記オートフォーカス・レベリング検出系の構成としては、例えば特開平8-37149号公報に開示されているものを用いることができる。また、基板アライメント系92の構成としては、特開平4-65603号公報に開示されているものを用いることができ、マスクアライメント系89の構成としては、例えば特開平7-176468号公報に開示されているものを用いることができる。これらの各文献に記載の内容については、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。

次に、上述した構成を有するツインステージ型露光装置の動作について、図10を用いて説明する。

露光ステーションAにおいて、投影光学系PLを用いて第1基板ステージPST1に保持された基板P上の第1領域AR1の液体50を介した露光中に、計測ステーションBにおいて、第2基板ステージPST2上の基板Pの計測処理、及び第2投影光学系PL2を用いた第2基板ステージPST2に保持された基板P上の第2領域AR2の露光が、液体を介さずに行われる。なお、露光ステーションAで第1領域AR1を露光されている基板Pには、その前に計測ステーションBで計測処理及び第2領域AR2に対する露光処理が予め行われている。

ここで、第2基板ステージPST2上の基板Pに対する計測ステーションBにおける計測処理では、基板アライメント系92、フォーカス・レベリング検出系93、及び基準部材94'を用いて液体を介さない計測処理が行われる。制御装置CONTは、第2基板ステージPST2のXY方向の位置を検出するレーザ干渉計の出力をモニタしつつこの第2基板ステージPST2を移動する。その移動の途中で、基板アライメント系92は基板P上にショット領域に対応して形成されている複数のアライメントマーク（不図示）を液体を介さずに検出する。なお、基板アライメント系92がアライメントマークの検出を行うときは第2基板ステージPST2は停止される。その結果、レーザ干渉計によって規定される座標系内での各アライメントマークの位置情報が計測され、この計測結果は制御装置CONTに記憶される。ただし、基板アライメント系92が移動中の基板P上のアライメントマークを検出できる場合には、第2基板ステージPST2を止めなくてもよい。

また、その第2基板ステージPST2の移動中に、フォーカス・レベリング検出系93により基板Pの表面情報が液体を介さずに検出される。フォーカス・レベリング検出系93による表面情報の検出は基板P上の例えば全てのショット領域毎に行われ、検出結果は基板Pの走査方向（X軸方向）の位置を対応させて制御装置CONTに記憶される。

基板Pのアライメントマークの検出、及び基板Pの表面情報の検出が終了すると、基板アライメント系92の検出領域が基準部材94'上に位置決めされるように、制御装置CONTは第2基板ステージPST2を移動する。基板アライメント系92は基準部材94'上の基準マークPFMを検出し、レーザ干渉計によって規定される座標系内での基準マークPFMの位置情報を計測する。

この基準マークPFMの検出処理の完了により、基準マークPFMと基板P上の複数のアライメントマークとの位置関係、すなわち、基準マークPFMと基板P上の複数のショット領域との位置関係がそれぞれ求められたことになる。また、第2基板ステージPST2上の基準部材94'の基準マークPFMと、露光ステーショ

ンAのマスクアライメント系89で検出される基準部材94'上の基準マークMFMとは所定の位置関係にあるので、XY平面内における基準マークMFMと基板P上の複数のショット領域との位置関係がそれぞれ決定されたことになる。そして、これら位置関係も制御装置CONTに記憶される。

また、基板アライメント系92による基準部材94'上の基準マークPFMの検出の前又は後に、制御装置CONTは基準部材94'の表面(基準面)の表面情報をフォーカス・レベリング検出系93により検出する。この基準部材94'の表面の検出処理の完了により、基準部材94'表面と基板P表面との関係が求められたことになる。

そして、液体を介さない計測処理が完了すると、第2投影光学系PL2を使って液体を介さない第2領域AR2に対する露光処理が行われる。基板Pの第2領域AR2を露光する際、第1領域AR1に形成されるデバイスパターン41に応じて、ガラス基材95の複数のパターン96~99のうち1つのパターンが選択され、露光光EL2の光路上に配置される。具体的には、デバイスパターン41の形状に基づいて、第2領域AR2を露光するために使用されるパターンが選択される。例えば、デバイスパターン41が所定方向に延在するL/Sパターンであれば、第2領域AR2に露光するパターンも、前記所定方向に延在するL/Sパターンとする。また、デバイスパターン41がドット状のパターンであれば、第2領域AR2に露光するパターンもドットパターンとする。つまり、第2領域AR2には、第1領域AR1に露光されるパターンに類似した(あるいは同じ)パターンが露光される。これにより、例えばCMP処理においても基板PがCMP研磨面に片当たりするといった不都合を防止することができる。

あるいは、デバイスパターン41のパターン形成密度に基づいて、第2領域AR2を露光するために使用するパターンを選択してもよい。ここで、パターン形成密度とは、基板P上の単位面積あたりに形成されるパターンの割合、換言すれば露光光が照射される面積の割合である。例えば、ガラス基材95上に、ライン幅とスベ

ース幅との比率がそれぞれ異なるL/Sパターンを複数設けておき、第1領域AR1に形成されるデバイスパターン41のパターン形成密度に応じて、前記複数のL/Sパターンから1つのL/Sパターンを選択し、第2領域AR2に露光することによっても、CMP処理において基板PがCMP研磨面に片当たりするといった不都合を防止することができる。

第1基板ステージPST1に保持された基板P上の第1領域AR1に対する露光処理、及び第2基板ステージPST2に保持された基板P上の計測処理及び第2領域AR2に対する露光処理が終了すると、第1基板ステージPST1が計測ステーションBに移動し、それと並行して第2基板ステージPST2が露光ステーションAに移動し、第1基板ステージPST1と第2基板ステージPST2との交換作業（スワッピング）が行われる。そして、計測ステーションBにおいて、第1基板ステージPST1上の露光処理を終えた基板Pがアンロードされて現像装置に搬送されるとともに、露光処理前の基板Pが第1基板ステージPST1にロードされ、この基板Pに対して計測処理及び露光処理が行われる。

一方、露光ステーションAでは、第2基板ステージPST2の基準部材94'と投影光学系PLとが対向するように、第2基板ステージPST2の位置決めがされる。この状態で、制御装置CONTは液体供給装置を使って液体50の供給を開始し、投影光学系PLと基準部材94'との間を液体50で満たし、液体50を介した計測処理を行う。

つまり、制御装置CONTは、マスクアライメント系89により基準部材94'上の基準マークMFMを検出できるように、第2基板ステージPST2を移動する。当然のことながらこの状態では投影光学系PLの先端部と基準部材94'とは対向している。ここで、制御装置CONTは液体供給装置及び液体回収装置による液体50の供給及び回収を開始し、投影光学系PLと基準部材94'との間を液体で満たす。

次に、制御装置CONTは、マスクアライメント系89によりマスクM、投影光学系PL、及び液体50を介して基準マークMFMの検出を行う。すなわち、マスクMのマークと基準マークMFMとの位置関係が投影光学系PLと液体50とを介して検出される。これにより投影光学系PLと液体50とを介して、XY平面内におけるマスクMの位置、すなわちマスクMのパターンの像の投影位置情報が基準マークMFMを使って検出されたことになる。

また、制御装置CONTは、投影光学系PLと基準部材94'との間に液体50を供給した状態で、基準部材94'の表面（基準面）をフォーカス・レベリング検出系84で検出し、投影光学系PL及び液体50を介して形成される像面と基準部材94'の表面との関係を計測する。これにより、投影光学系PL及び液体50を介して形成される像面と基板P表面との関係が、基準部材94'を使って検出されたことになる。

以上のような計測処理が終了すると、制御装置CONTは、液体供給装置及び液体回収装置の駆動を一旦停止した後、投影光学系PLと基板Pとが対向するように第2基板ステージSPT2を移動する。そして、制御装置CONTは液体供給装置及び液体回収装置を駆動することで、投影光学系PLと基板Pとの間に液浸部分を形成し、第2領域AR2を露光された第2基板ステージSPT2上の基板Pの第1領域AR1に対するデバイスパターン41の露光を開始する。つまり、前述の計測処理中に求めた各情報を使って、投影光学系PL及び液体50を介して、基板P上の各ショット領域に対する走査露光を開始する。各ショット領域のそれぞれに対する走査露光中は、液体50の供給前に求めた基準マークPFMと各ショット領域との位置関係の情報（計測ステーションBで予め求めたショット領域の位置情報）、及び液体50の供給後に基準マークMFMを使って求めたマスクMのパターンの像の投影位置情報に基づいて、基板P上の各ショット領域とマスクMとの位置合わせが行われる。

また、各ショット領域に対する走査露光中は、液体50の供給前に求めた基準部

材 9 4' 表面と基板 P 表面との関係の情報、及び液体 5 0 の供給後に求めた基準部材 9 4' 表面と液体 5 0 を介して形成される像面との位置関係の情報に基づいて、フォーカス・レベリング検出系 8 4 を使うことなしに、基板 P 表面と液体 5 0 を介して形成される像面との位置関係が調整される。

なお、走査露光中にフォーカス・レベリング検出系 8 4 を使って基板 P 表面の面情報を検出し、基板 P 表面と像面との位置関係の調整結果の確認に用いるようにしてもよい。また、走査露光中に、フォーカス・レベリング検出系 8 4 を使って基板 P 表面の面情報を検出し、走査露光中に検出された面情報を更に加味して、基板 P 表面と像面との位置関係を調整するようにしてもよい。

また、上述の実施形態では、基板 P 表面と像面との位置関係の調整は基板 P を保持する第 2 基板ステージ P S T 2 を動かすことによって行ってもよいし、マスク M や投影光学系 P L を構成する複数のレンズの一部を動かして、像面を基板 P 表面に合わせるようにしてもよい。

そして、計測ステーション B に移動した第 1 基板ステージ P S T 1 にロードされた露光処理前の基板 P に対しては、上述した手順同様、基準部材 9 4 を使った計測処理及び液体を介さない第 2 領域 A R 2 に対する露光処理が行われる。

以上説明したように、基板 P の第 1 領域 A R 1 に対して露光光 E L を照射する照明光学系 I L 及び投影光学系 P L を含む第 1 光学系と、基板 P の第 2 領域 A R 2 に対して露光光 E L 2 を照射する第 2 照明光学系 I L 2 及び第 2 投影光学系 P L 2 を含む第 2 光学系とをそれぞれ設けたので、第 1、第 2 領域 A R 1、A R 2 のそれぞれに対する露光処理を並行して行うことができ、露光処理のスループットを向上することができる。

なお、本実施形態では、ガラス基材 9 5 に複数のパターンを設けておき、第 1 領域 A R 1 に形成されるべきデバイスパターン 4 1 に応じて、複数のパターンのうち

の1つを選択してガラス基材95を回転し、このパターンを基板Pの第2領域AR2に露光しているが、ガラス基材95のかわりに、計測ステーションBにマスクステージMSTを設け、このマスクステージMSTに基板Pの第2領域AR2を露光するためのパターンを有するマスクを載置し、このマスクのパターンを露光光EL2を使って基板Pの第2領域AR2に露光するようにしてもよい。あるいは、パターンを使わずに、図9等を参照して説明した光学系を計測ステーションBに設けておき、基板P上の第2領域AR2を二光束干渉法により露光してもよい。この場合、第1領域AR1のデバイスパターン41に応じてハーフミラー82を駆動し、デバイスパターン41のパターン形成密度に応じた干渉縞ピッチで露光することが好ましい。

本実施形態では、第1領域AR1を露光するときと第2領域AR2を露光するときとで、互いに波長の異なる露光光を使用している。第2領域AR2は基板Pのエッジ部であってパターン形成精度がある程度低くても許容されるため、例えば第1領域AR1を露光するときには短波長のレーザー光を使い、第2領域AR2を露光するときは水銀ランプから射出された光束やその他フォトリジストを感光可能な光束を使えばよい。あるいは、露光ステーションAの露光光ELの光源から射出された光束を例えば光ファイバを使って分岐して計測ステーションBまで伝送し、この分岐光を使って基板Pの第2領域AR2を露光することもできる。また、第2投影光学系PL2は比較的解像度が低くても許容されるので、装置コストを抑えることができる。ただし、互いに波長の同一な露光光を用いてもよいことは言うまでもない。

本実施形態では、基板ステージを2つ有するツインステージ型露光装置を例にして説明したが、図13に示すように、1つの基板ステージPSTの上方に、基板P上の第1領域AR1に露光光ELを照射する投影光学系PLと、第2領域AR2に露光光EL2を照射する第2投影光学系PL2とが設けられている構成であってもよい。この場合、露光光ELと露光光EL2とは互いに異なる光源から射出されたものでもよいし、同じ光源から射出されたものでもよい。露光する際には、基板ステージPSTにロードされた露光処理前の基板Pに対してアライメント処理が行わ

れ、第2投影光学系PL2を使って、液体なしの、基板P上の第2領域AR2に対する露光が完了した後に、投影光学系PL及び液体50を介して第1領域AR1の露光が行われる。

また、基板P上の第2領域AR2を露光する第2光学系は、投影光学系（第1光学系）PLに併設されている必要は無く、例えば露光処理前の基板にフォトリソトを塗布し露光処理後の基板を現像するコータ・デベロッパ装置と、露光装置の基板ステージPSTとの間の搬送経路の途中に、基板P上の第2領域AR2を露光するための前記第2光学系を有する露光処理部を設けてもよい。これにより、基板Pは、基板ステージPST上に載置された状態で投影光学系PLを介して露光される露光処理の前又は後に（コータでフォトリソトを塗布された直後、あるいはデベロッパで現像される直前に）、第2領域AR2を露光されることが可能となる。あるいは、基板Pの第2領域AR2を露光する露光処理部（第2光学系）を、コータ・デベロッパ装置に設ける構成とすることも可能である。

また、基板Pの第1領域AR1に露光光を照射する第1光学系、及び第2領域AR2に露光光を照射する第2光学系を備えた露光装置は、投影光学系及び液体を介して露光する液浸露光装置の他に、液体を介さないで露光する露光装置に適用することももちろん可能である。例えば、第1領域AR1（デバイスパターン）を露光するための第1光学系が、真空紫外光を使った光学系である等、光学素子や光源の寿命が比較的短い場合、この第1光学系を使って第1、第2領域AR1、AR2の双方を露光すると、短期間で寿命となる。そこで、低い解像度が許容される第2領域AR2に対する露光を、真空紫外光を使わない第2光学系を用いて行うことで、第1光学系の寿命低下を抑制し、装置コストやランニングコストを低減することができる。

なお、第2領域AR2は、液浸領域の大きさによって規定すればよい。すなわち、露光光の光路に液体を保持できる領域を第1領域AR1、露光光の光路を液体で満たすことのできない領域を第2領域AR2と規定すればよい。液浸領域が大きけれ

ば、第2領域AR2は広く、逆に液浸領域が小さければ、第2領域AR2は小さく規定されることになり、液浸領域の大きさと基板P上のショット領域（チップ）の配置からいずれのショット領域（チップ）を第2領域AR2とするかを定めることができる。

また、上述の実施形態における液体供給装置と液体回収装置は、投影光学系PLの投影領域の両側に供給ノズルと回収ノズルとを有し、基板Pの走査方向に応じて、投影領域の一方側から液体を供給し、他方側で液体を回収する構成であるが、液体供給装置と液体回収装置の構成はこれに限られず、投影光学系PLの像面側に局所的に液浸領域が形成できればよい。ここで、「局所的な液浸領域」とは、基板Pよりも小さな液浸領域をいう。

上述したように、上記実施形態における液体50は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板P上のフォトリソグラフィや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板Pの表面、及び投影光学系PLの先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

そして、波長が193nm程度の露光光ELに対する純水（水）の屈折率 n はほぼ1.47～1.44程度と言われており、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザー光（波長193nm）を用いた場合、基板P上では $1/n$ 、すなわち約131～134nm程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約 n 倍、すなわち約1.47～1.44倍程度に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

上記実施形態では、投影光学系PLの先端にレンズ60が取り付けられているが、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性、

例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光E Lを透過可能な平行平板であってもよい。液体50と接触する光学素子を、レンズより安価な平行平板とすることにより、露光装置E Xの運搬、組立、調整時等において投影光学系P Lの透過率、基板P上での露光光E Lの照度、及び照度分布の均一性を低下させる物質（例えばシリコン系有機物等）がその平行平板に付着しても、液体50を供給する直前にその平行平板を交換するだけでよく、液体50と接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点がある。すなわち、露光光E Lの照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体50中の不純物の付着などに起因して液体50に接触する光学素子の表面が汚れるため、その光学素子を定期的に交換する必要があるが、この光学素子を安価な平行平板とすることにより、レンズに比べて交換部品のコストが低く、且つ交換に要する時間を短くすることができ、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を抑えることができる。また液体50の流れによって生じる投影光学系の先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

なお、上記実施形態の液体50は水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光E Lの光源がF₂レーザである場合、このF₂レーザ光は水を透過しないので、この場合、液体50としてはF₂レーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイル（フッ素系の液体）や過フッ化ポリエーテル（PFPE）であってもよい。また、液体50としては、その他にも、露光光E Lに対する透過性がある程度だけ屈折率が高く、投影光学系P Lや基板P表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキニングステッパ）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。また、本発明は基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

また、上述したように、本発明は、ツインステージ型の露光装置にも適用できる。ツインステージ型の露光装置の構造及び露光動作は、例えば特開平10-163099号及び特開平10-214783号（対応米国特許6,341,007、6,400,441、6,549,269及び6,590,634）、特表2000-505958号（対応米国特許5,969,441）あるいは米国特許6,208,407に開示されており、それぞれ本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、これらの文献の記載を援用して本文の記載の一部とする。

基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータ（USP5,623,853 または USP5,528,118 参照）を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージPST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。米国特許5,623,853及び5,528,118を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容され

る限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。

各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば、米国特許5,528,118（特開平8-166475号公報）に詳細に開示されており、この米国特許を、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、援用して本文の記載の一部とする。

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば、米国特許5,874,820（特開平8-330224号公報）に詳細に開示されており、本国際出願で指定または選択された国の法令で許容される限りにおいて、この文献の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

以上のように、本願実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立

て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図14に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

産業上の利用可能性

本発明によれば、液浸露光する際、基板上の第1領域と第2領域とを異なる露光条件で露光するようにしたので、基板外側への液体の流出を抑えながら基板のエッジ領域に対しても良好にパターン転写でき、所望の性能を発揮できるデバイスを製造できる。

請求の範囲

1. 投影光学系により所定パターンの像を基板上に転写することで基板を露光する露光方法であって、
前記投影光学系と前記基板との間に液体を供給し、前記基板上の第1領域を前記液体を介して露光し、
前記第1領域とは異なる前記基板上の第2領域を、前記液体を供給せずに露光する露光方法。
2. 投影光学系を用いて、第1領域及び第2領域を有する基板を露光する方法であって、
前記投影光学系と基板との間に液体を供給し、前記液体を介して前記基板を露光し、
第1領域を露光する露光条件と、第2領域を露光する露光条件とが異なる前記露光方法。
3. 前記第2領域は、前記基板のエッジ周辺である請求項1または2に記載の露光方法。
4. 前記基板上の第2領域をデフォーカスに耐性のある露光条件で露光する請求項1または2に記載の露光方法。
5. 前記第1領域を露光するときよりも、前記第2領域を露光するときの前記投影光学系の開口数を小さくする請求項1または2に記載の露光方法。
6. 前記第2領域は二光束干渉法により露光される請求項1または2に記載の露光方法。
7. 前記第2領域には、ラインパターンが所定ピッチで形成されたライン・アン

ド・スペースパターンの像を投影する請求項 6 に記載の露光方法。

8. 前記第 1 領域の露光に使われる第 1 パターンは、前記第 2 領域の露光に使われる第 2 パターンと異なる請求項 1 または 2 に記載の露光方法。

9. 前記第 1 領域は前記第 1 パターンと前記基板とを移動しながら露光し、前記第 2 領域は前記第 2 パターンと前記基板とを静止した状態で露光する請求項 8 に記載の露光方法。

10. 前記第 1 領域は、前記第 1 パターンと前記基板とを移動しながら露光し、前記第 2 領域は、前記第 2 パターンを静止した状態で、前記基板を移動しながら露光する請求項 8 に記載の露光方法。

11. 前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとは同一マスク上に形成されている請求項 8 に記載の露光方法。

12. 前記第 1 パターンはマスク上に形成され、前記第 2 パターンは前記マスクを保持するマスクステージ上に、前記マスクとは離れた位置に固定された基材に形成されている請求項 8 に記載の露光方法。

13. 前記第 1 領域を露光するときと前記第 2 領域を露光するときとで、前記投影光学系と前記基板との間隔が異なる請求項 1 または 2 に記載の露光方法。

14. 前記第 1 領域を露光するときと前記第 2 領域を露光するときとで、前記投影光学系と前記基板との間隔がほぼ同じになるように、前記投影光学系を介して形成される像面の位置調整を行う請求項 1 または 2 に記載の露光方法。

15. 前記第 2 領域の露光が完了した後に、前記第 1 領域の露光を行う請求項 1 または 2 に記載の露光方法。

16. 投影光学系を用いて、第1領域及び第2領域を有する基板を露光する方法であって、
前記投影光学系と基板との間に液体を供給することと；
前記液体を介して前記基板を露光することを；含み、
前記基板上のエッジ部を除く領域のみが露光される露光方法。
17. 請求項1、2及び16のいずれか一項に記載の露光方法を用いるデバイス製造方法。
18. 基板上の複数の領域を露光する露光装置において、
基板上の第1領域に露光光を照射する第1光学系と、
前記第1領域とは異なる前記基板上の第2領域に露光光を照射する第2光学系とを備える露光装置。
19. 前記第1領域の露光に用いられる露光光の波長は、前記第2領域の露光に用いられる露光光の波長とは異なる請求項18に記載の露光装置。
20. 前記第1及び第2領域を有する基板を保持して移動可能な第1可動体と、前記第1及び第2領域を有する基板を保持して移動可能な第2可動体とを備え、
前記第1光学系を用いて前記第1可動体に保持された基板上の第1領域の露光中に、前記第2光学系を用いて前記第2可動体に保持された基板上の第2領域を露光し、前記第1可動体に保持された基板上の第1領域の露光終了後に、前記第1光学系を用いて前記第2可動体に保持された基板上の第1領域の露光を開始する請求項18に記載の露光装置。
21. 前記第2領域は、前記基板のエッジ周辺である請求項18に記載の露光装置。

22. 前記第2領域は二光束干渉法により露光される請求項18に記載の露光装置。
23. 前記第1領域は、前記第1光学系と前記基板との間の液体を介して露光され、前記第2領域は、前記第2光学系と前記基板との間に液体なしに露光される請求項18に記載の露光装置。
24. 請求項18に記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。
25. 基板を露光する露光装置であって、
液体供給装置を備え、該液体供給装置により供給された液体を介して基板が露光される第1ステーションと；
液体が供給されない基板が露光される第2ステーションと；を備える露光装置。
26. 前記基板が第1及び第2領域を有し、第1領域が第1ステーションで液体を介して露光され、第2領域が第2ステーションで液体を介さずに露光される請求項25に記載の露光装置。
27. さらに、第1ステーションに設けられた第1投影光学系と、第2ステーションに設けられた第2投影光学系とを備える請求項25に記載の露光装置。
28. さらに、第1ステーションと第2ステーションの間を、基板を保持して交互に移動する第1及び第2可動体を備える請求項25に記載の露光装置。
29. 第1及び第2可動体に、基板の露光領域の位置合せのための基準部材が設けられており、第1ステーションで露光が行われる前に、第2ステーションにおいて基板の露光領域の位置合せが行われる請求項28に記載の露光装置。
30. 前記基板の第2領域が第2ステーションで露光された後に、該基板が第1

または第 2 可動体により第 1 ステーションに移動され、第 1 領域に液体が供給されて第 1 領域が露光される請求項 25～28 のいずれか一項に記載の露光装置。

Fig. 1

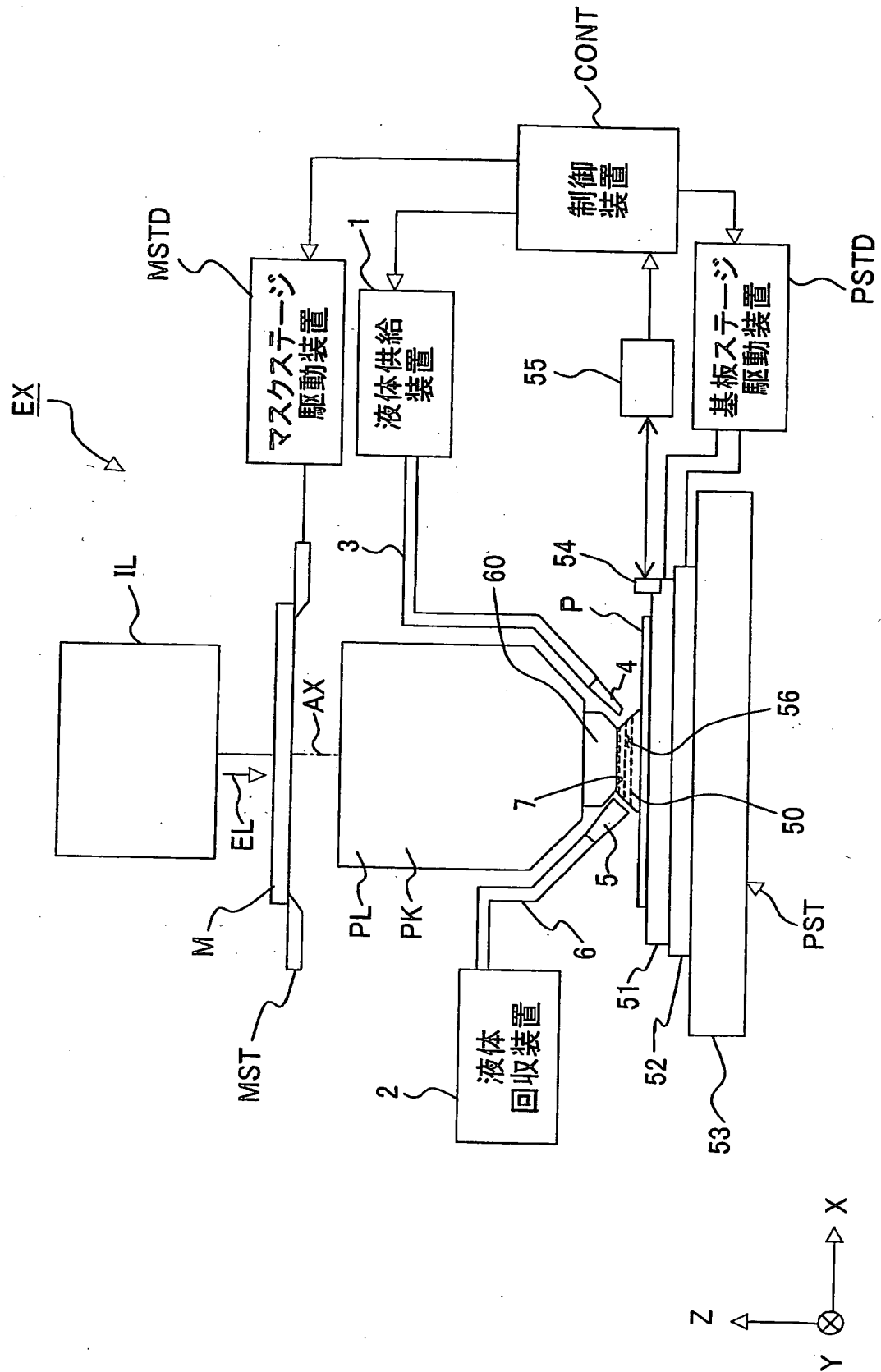


Fig. 3

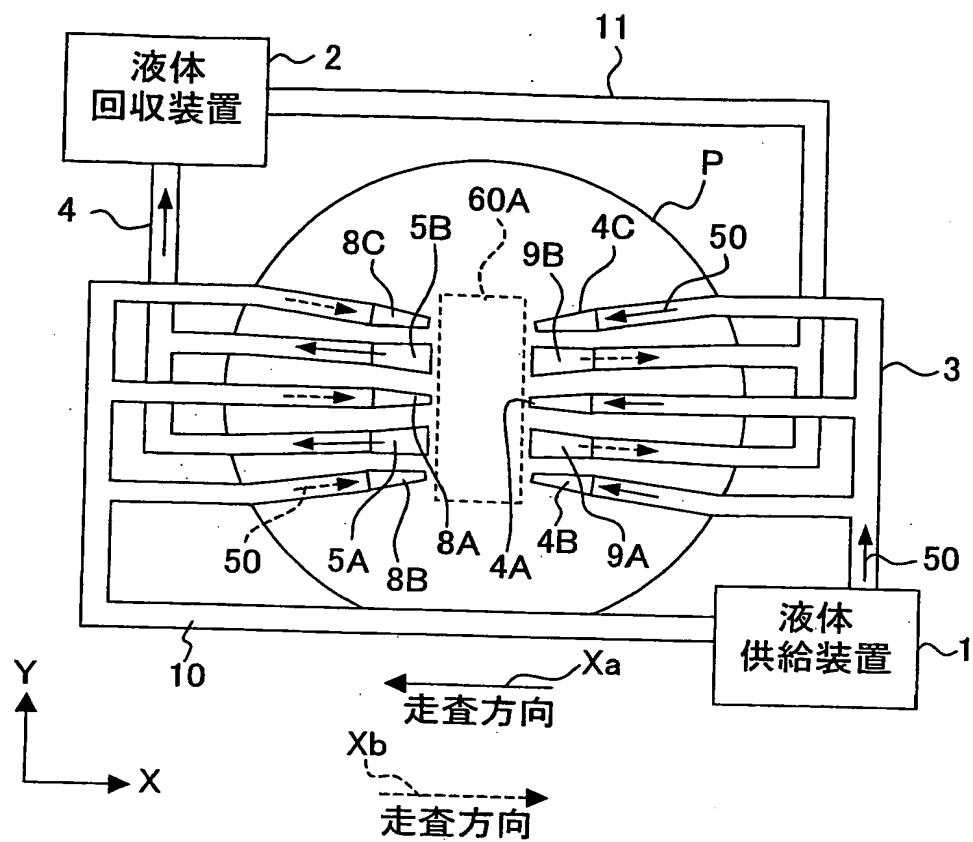


Fig. 4

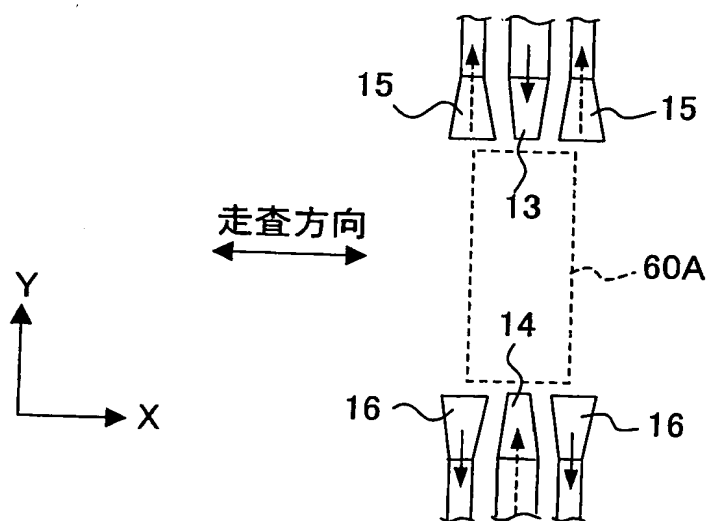


Fig. 5

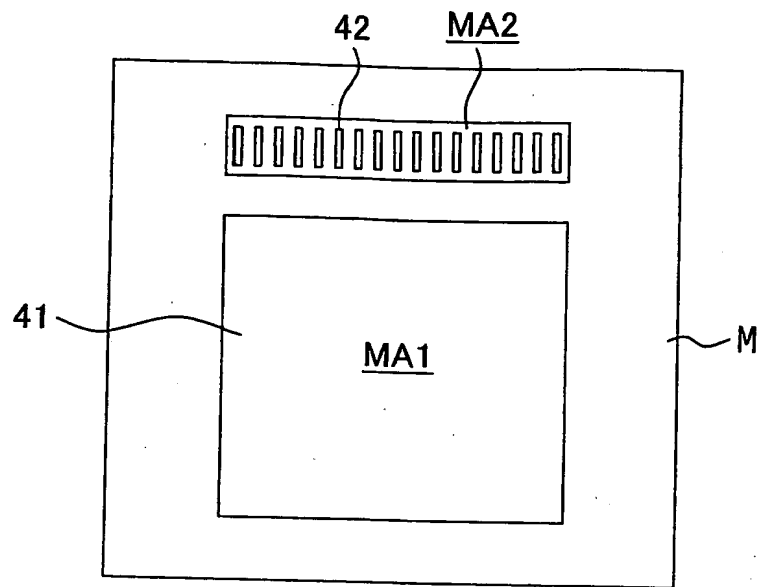


Fig. 6

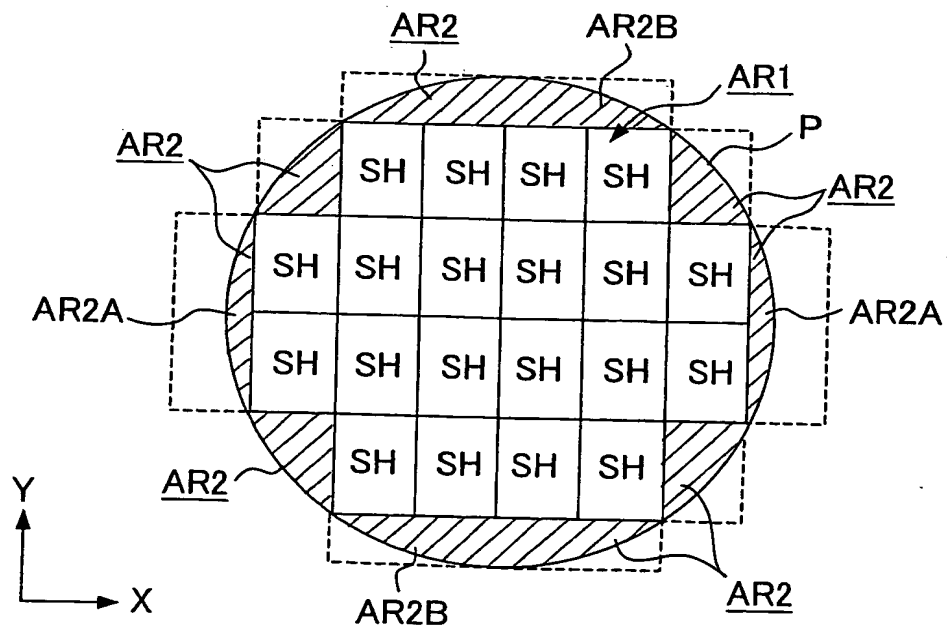


Fig. 7

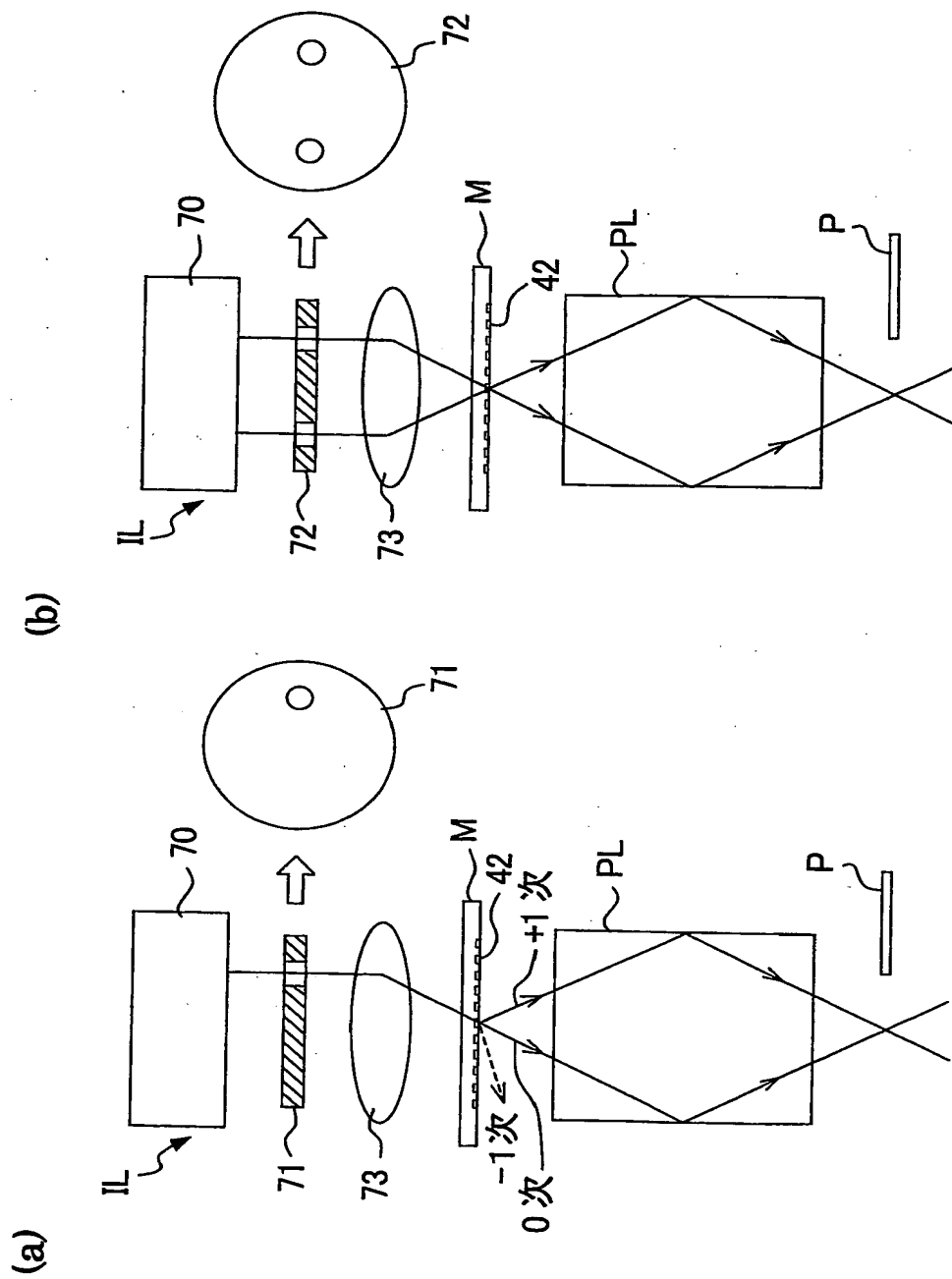


Fig. 8

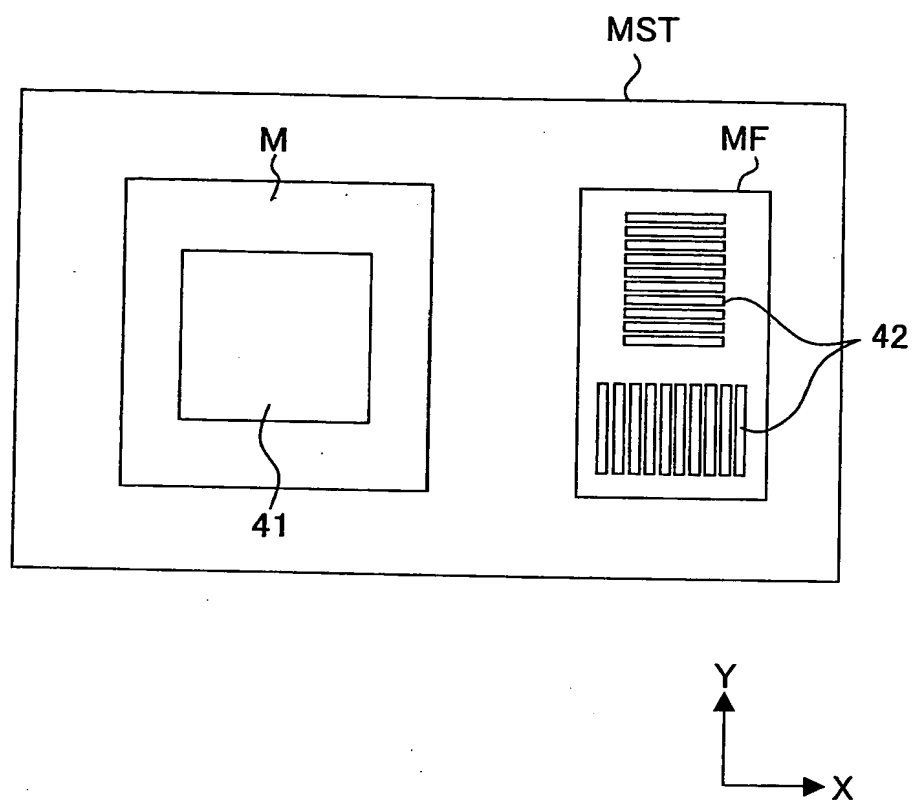


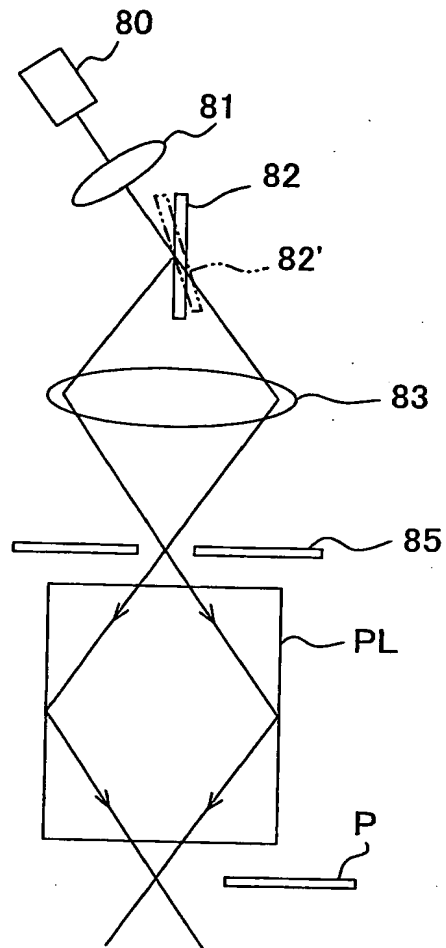
Fig. 9

Fig. 10

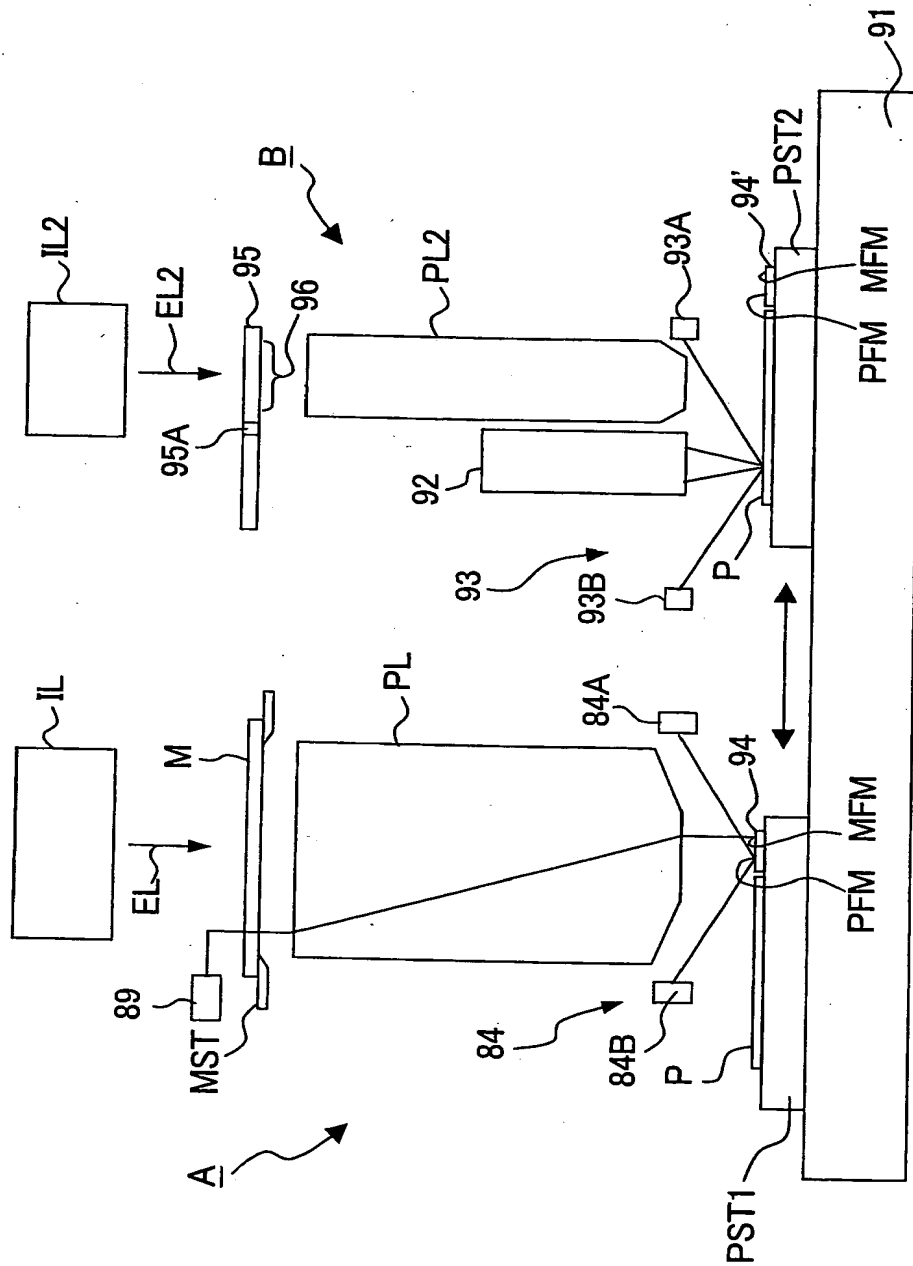


Fig. 11

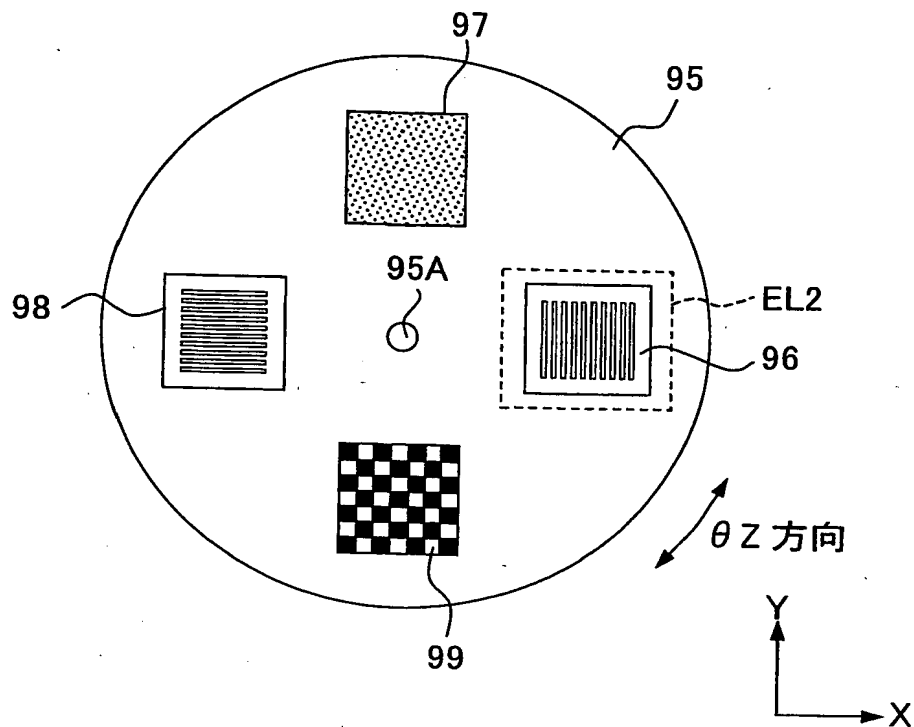


Fig. 12

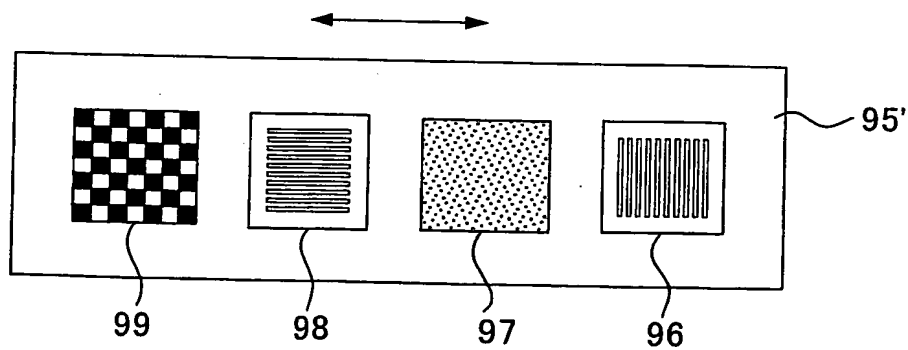


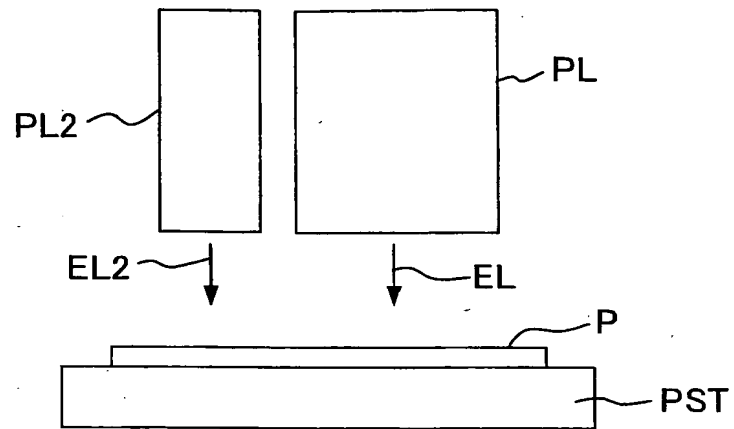
Fig. 13

Fig. 14

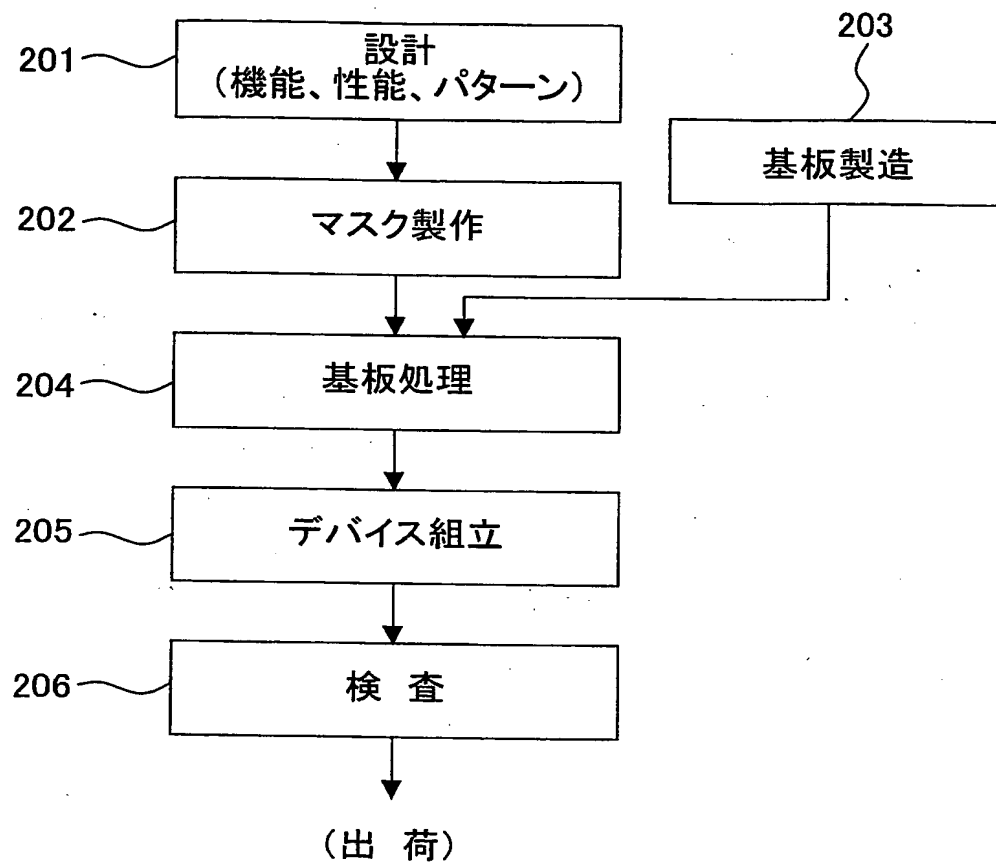
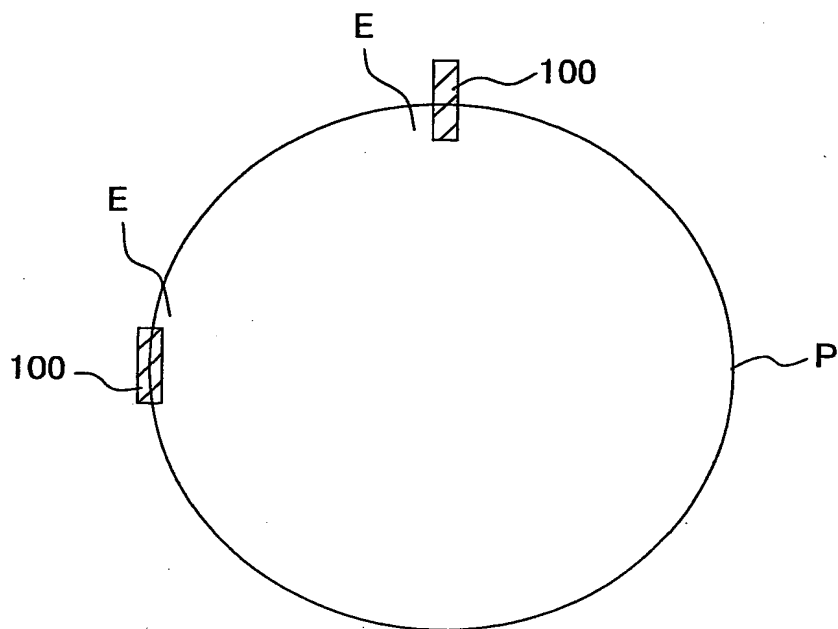


Fig. 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 8-335545 A (Hitachi, Ltd.), 17 December, 1996 (17.12.96), Claims; Par. Nos. [0011], [0013], [0039], [0064] to [0066]; Fig. 3 (Family: none)	18-21, 24 1-3, 7-12, 15-17, 25-28, 30
Y	WO 99/49504 A1 (Nikon Corp.), 30 September, 1999 (30.09.99), Claims; Figs. 1, 2 & AU 2747999 A	1-3, 7-12, 15-17, 25-28, 30
Y	JP 5-304072 A (NEC Corp.), 16 November, 1993 (16.11.93), Claims; Par. No. [0012]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	7-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
17 March, 2004 (17.03.04)

Date of mailing of the international search report
30 March, 2004 (30.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15408

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-21882 A (Hitachi, Ltd.), 21 January, 2000 (21.01.00), Claims; Par. Nos. [0022] to [0024]; Figs. 1, 2 (Family: none)	7-12
A	JP 62-65326 A (Hitachi, Ltd.), 24 March, 1987 (24.03.87), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 6-124873 A (Canon Inc.), 06 May, 1994 (06.05.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 6-168866 A (Canon Inc.), 14 June, 1994 (14.06.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 7-220990 A (Hitachi, Ltd.), 18 August, 1995 (18.08.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 10-255319 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 25 September, 1998 (25.09.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 10-303114 A (Nikon Corp.), 13 November, 1998 (13.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 10-340846 A (Nikon Corp.), 22 December, 1998 (22.12.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-30

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-335545 A (株式会社日立製作所)	18-21,
Y	1996. 12. 17, 特許請求の範囲, 段落0011, 0013, 0039, 0064-0066, 図3 (ファミリーなし)	24 1-3, 7- 12, 15- 17, 25- 28, 30
Y	WO 99/49504 A1 (株式会社ニコン) 1999. 09. 30, 特許請求の範囲, 図1, 2 & AU 2747999 A	1-3, 7-12, 15- 17, 25-28, 30

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 17. 03. 2004

国際調査報告の発送日 30. 3. 2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
新井 重雄
2M 8605
電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 5-304072 A (日本電気株式会社) 1993. 11. 16, 特許請求の範囲, 段落0012, 図1-3 (ファミリーなし)	7-12
Y	J P 2000-21882 A (株式会社日立製作所) 2000. 01. 21, 特許請求の範囲, 段落0022-002 4, 図1, 2 (ファミリーなし)	7-12
A	J P 62-65326 A (株式会社日立製作所) 1987. 03. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	J P 6-124873 A (キヤノン株式会社) 1994. 05. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	J P 6-168866 A (キヤノン株式会社) 1994. 06. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	J P 7-220990 A (株式会社日立製作所) 1995. 08. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	J P 10-255319 A (日立マクセル株式会社) 1998. 09. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	J P 10-303114 A (株式会社ニコン) 1998. 11. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	J P 10-340846 A (株式会社ニコン) 1998. 12. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30